



(19)

(11) Publication number: **2000068782 A**

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **10235772**(51) Intl. Cl.: **H03H 9/25 H03H 9/64**(22) Application date: **21.08.98**

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: **03.03.00**(84) Designated contracting
states:(71) Applicant: **MURATA MFG CO LTD**(72) Inventor: **KADOTA MICHIO**

(74) Representative:

**(54) SURFACE WAVE
RESONATOR, SURFACE
WAVE FILTER, SHARED
DEVICE AND
COMMUNICATION DEVICE**

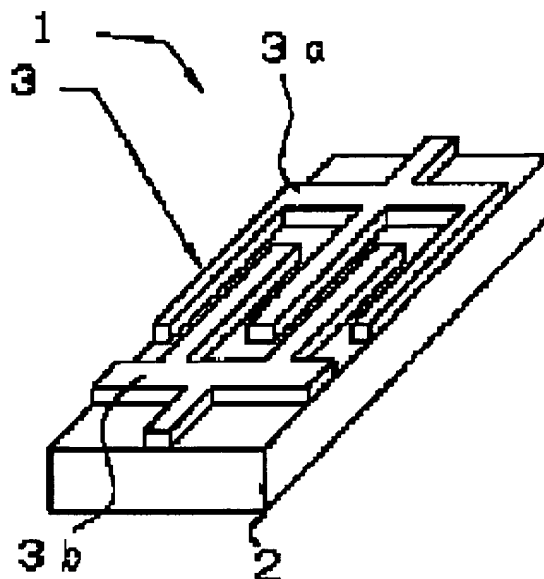
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the group delay time temperature characteristics by means of a surface wave consisting primarily of an SH wave and to miniaturize a device by forming an interdigital transducer consisting of one or more pairs of comb-shaped electrodes on a substrate of a langasite single crystal having a specific relation among Eulerian angles.

SOLUTION: A piezoelectric substrate 2 uses a langasite single crystal (La₃Ga₅SiO₁₄) having Eulerian angles ϕ , θ and ψ defined as $0^\circ < \phi < 30^\circ$, $0^\circ < \theta < 25^\circ$ and $\psi = -1.07\phi + 90 \pm 5^\circ$ respectively. Then an interdigital

transducer 3 consisting of an electrode material such as Al, Au, etc., is formed on the substrate 2 with the tooth parts of a pair of comb-shaped electrodes 3a and 3b placed opposite to each other. A surface wave resonator 1 with such a constitution uses a surface wave consisting primarily of an SH wave to improve the group delay time temperature characteristics(TDC). Thus, it's possible to improve the TCD and also to omit a reflector for miniaturization of a device.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-68782

(P2000-68782A)

(43) 公開日 平成12年3月3日 (2000.3.3)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 3 H 9/25
9/64

H 0 3 H 9/25
9/64

C 5 J 0 9 7
Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-235772

(22) 出願日

平成10年8月21日 (1998.8.21)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 門田 道雄

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J097 AA13 AA21 AA29 BB01 BB11

BB15 DD12 DD14 FF01 GG01

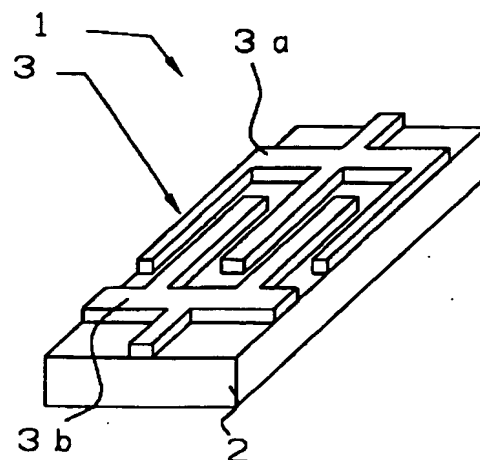
GG07

(54) 【発明の名称】 表面波共振子、表面波フィルタ、共用器、通信機装置

(57) 【要約】

【課題】 S H波を主成分とする表面波を用いることができ、表面波共振子のT C Dを良好にする。

【解決手段】 オイラー角 (ϕ , θ , ψ) が、それぞれ、 $0^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 、 $0^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$ 、 $\psi = -1$ 、 $0.7\phi + 90^\circ \pm 5^\circ$ の関係にあるランガサイト単結晶基板2上に、一対の櫛歯電極3 a、3 bからなるインターデジタルトランスデューサ3を形成する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電体と、前記圧電体と接するように形成された少なくとも一対の櫛歯電極よりなる少なくとも一つのインターデジタルトランスデューサとを有し、SH波を主成分とする表面波を用いる表面波共振子であって、前記圧電体としてランガサイト単結晶を用いたことを特徴とする表面波共振子。

【請求項 2】 前記ランガサイト単結晶のオイラー角

(ϕ , θ , ψ) が、それぞれ、

$0^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 、

$0^\circ \leq \theta \leq 25^\circ$ 、

$\psi = -1.07\phi + 90^\circ \pm 5^\circ$

の範囲にあることを特徴とする請求項 1 記載の表面波共振子。

【請求項 3】 前記ランガサイト単結晶のオイラー角

(ϕ , θ , ψ) が、それぞれ、

$11^\circ \leq \phi \leq 24^\circ$ 、

$17^\circ \leq \theta \leq 24^\circ$ 、

の範囲にあることを特徴とする請求項 2 記載の表面波共振子。

【請求項 4】 前記ランガサイト単結晶のオイラー角

(ϕ , θ , ψ) が、それぞれ、

$0^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 、

$153^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ 、

$\psi = 1.05\phi + 28^\circ \pm 5^\circ$

の範囲にあることを特徴とする請求項 1 記載の表面波共振子。

【請求項 5】 前記ランガサイト単結晶のオイラー角

(ϕ , θ , ψ) が、それぞれ、

$5^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 、

$153^\circ \leq \theta \leq 158.5^\circ$ 、

の範囲にあることを特徴とする請求項 4 記載の表面波共振子。

【請求項 6】 請求項 1～請求項 5 記載の少なくともいずれかの表面波共振子を用いたことを特徴とする表面波フィルタ。

【請求項 7】 請求項 1～請求項 5 記載の表面波共振子または請求項 6 記載の表面波フィルタを用いたことを特徴とする共用器。

【請求項 8】 請求項 1～請求項 5 記載の表面波共振子または請求項 6 記載の表面波フィルタまたは請求項 7 記載の共用器を用いたことを特徴とする通信機装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表面波共振子やそれを用いた表面波フィルタ及び共用器及び通信機装置に関し、特にSH波を主成分とする表面波を用いた表面波共振子に関する。

【0002】

2

【従来の技術】従来より、移動体通信機器の帯域通過フィルタ等に表面波共振子が広く用いられている。このような表面波共振子の一つとして、圧電基板上に櫛歯電極より成るインターデジタルトランスデューサ（以下、IDT）を形成した構造を有する表面波共振子や表面波フィルタが良く知られている。このような表面波共振子や表面波フィルタでは、SH波を主成分とする表面波、例えば、ラブ波、リーキー波、BGS波等では、端面反射を利用でき反射器の不要な小型な共振子や表面波フィルタとして実用化されている。また、表面波共振子や表面波フィルタの圧電基板の材料には、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウムなどの圧電単結晶が用いられる。この時、SH波を主成分とする表面波を励振させるためには、ニオブ酸リチウムの場合は 41° YカットX伝搬の基板もしくは、 64° YカットX伝搬の基板を選択する必要があり、タンタル酸リチウムの場合は 36° YカットX伝搬の基板を選択する必要があった。ここで、 41° YカットX伝搬はオイラー角表示で (0° , 131° , 0°) に対応し、 64° YカットX伝搬はオイラー角表示で (0° , 154° , 0°) に対応し、 36° YカットX伝搬はオイラー角表示で (0° , 126° , 0°) に対応する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの圧電単結晶は群遅延時間温度特性（以下、TCD）が比較的良くなかった。すなわち、 41° YカットX伝搬のニオブ酸リチウム基板でTCDが $80 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ であり、 64° YカットX伝搬のニオブ酸リチウム基板でTCDが $81 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ であり、 36° YカットX伝搬のタンタル酸リチウム基板でTCDが $32 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ であった。

【0004】一般的に、表面波共振子において安定して良好な特性を得るには、TCDが良好な材料が必要とされる。すなわち、温度変化による周波数特性の変化が小さい材料が必要とされる。したがって、上記のようにニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウムを基板材料にして、SH波を主成分とする表面波を励振させる表面波共振子を構成すると、周波数特性が大きく変動するという問題があった。また、タンタル酸リチウムであっても、ニオブ酸リチウムよりはTCDが良いものの、同様に周波数特性が変動するという問題があった。

【0005】例えば、 100 MHz を中心周波数とした表面波共振子では、 50°C の温度変化で、 41° YカットX伝搬のニオブ酸リチウム基板の場合 400 KHz の周波数特性の変動が生じ、 64° YカットX伝搬のニオブ酸リチウム基板の場合 405 KHz の周波数特性の変動が生じ、 36° YカットX伝搬のタンタル酸リチウム基板の場合、 160 KHz の周波数特性の変動が生じていた。

【0006】このような周波数特性の変動を抑えるために温度補償回路等を表面波共振子に接続することも考慮

されているが、温度補償回路を付加した分だけ表面波共振子を含む装置全体の大きさが大きくなり、小型化が困難になるという問題を有していた。

【0007】本発明は、これらの問題点を鑑みて、SH波を主成分とする表面波を用いることができ、表面波共振子のTCDを良好にすることを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】そこで、請求項1に係る発明では、圧電体と、前記圧電体と接するように形成された少なくとも一組の櫛歯電極よりなる少なくとも一つのインターデジタルトランスデューサとを有し、SH波を主成分とする表面波を用いる表面波共振子であって、前記圧電体としてランガサイト単結晶を用いている。

【0009】このように圧電材料としてランガサイト単結晶を用い、SH波を用いているので、結合の大きい表面波共振子を得ることができる。

【0010】請求項2に係る発明では、前記ランガサイト単結晶として、オイラー角 (ϕ, θ, ψ) が、 $0^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 、 $0^\circ \leq \theta \leq 25^\circ$ 、 $\psi = -1.07\phi + 90^\circ \pm 5^\circ$ のものをを用いている。

【0011】これにより、SH波を有効に利用した表面波共振子を得ることができる。

【0012】また、請求項3に係る発明では、前記ランガサイト単結晶として、オイラー角 (ϕ, θ, ψ) が、 $11^\circ \leq \phi \leq 24^\circ$ 、 $17^\circ \leq \theta \leq 24^\circ$ のものをを用いている。

【0013】これにより、請求項2記載の表面波共振子に比べて、良好なTCDを有する表面波共振子を得ることができる。

【0014】請求項4に係る発明では、前記ランガサイト単結晶として、そのオイラー角 (ϕ, θ, ψ) が、それぞれ、 $0^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 、 $153^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ 、 $\psi = 1.05\phi + 28^\circ \pm 5^\circ$ のものをを用いている。

【0015】これにより、SH波を有効に利用した表面波共振子を得ることができる。

【0016】請求項5に係る発明では、前記ランガサイト単結晶として、そのオイラー角 (ϕ, θ, ψ) が、 $5^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 、 $153^\circ \leq \theta \leq 158.5^\circ$ のものをを用いている。

【0017】これにより、請求項4記載の表面波共振子に比べて、良好なTCDを有する表面波共振子を得ることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図を用いて説明する。図1は本発明の第1の実施形態を示す表面波共振子の斜視図である。図1のように、表面波共振子1はランガサイト単結晶(La₃Ga₅SiO₁₄)を材料とする圧電基板2上に1つのインターデジタルトランスデューサ3を形成することにより構成されている。

【0019】インターデジタルトランスデューサ3は、

Al、Au等の電極材料により形成されており、一組の櫛歯電極3a、3bがそれぞれの櫛歯部分が互に対向するように配置されることにより構成されている。

【0020】次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図2は本発明の第2の実施形態を示す縦結合型表面波フィルタの斜視図である。図2に示すように、縦結合型表面波フィルタ11はランガサイト単結晶(La₃Ga₅SiO₁₄)を材料とする圧電基板12上に2つのインターデジタルトランスデューサ13を形成することにより構成されている。

【0021】インターデジタルトランスデューサ13は、Al、Au等の電極材料により形成されており、一組の櫛歯電極13a、13bがそれぞれの櫛歯部分が互に対向するように配置されることにより構成されている。また、インターデジタルトランスデューサ13、13は表面波伝搬方向に一定の間隔を隔てて平行に並べられている。

【0022】さらに、本発明の第3の実施形態について説明する。図3は本発明の第3の実施形態を示す横結合型表面波フィルタの斜視図である。図3に示すように、横結合型表面波フィルタ21はランガサイト単結晶(La₃Ga₅SiO₁₄)を材料とする圧電基板22上にインターデジタルトランスデューサ23を形成することにより構成されている。

【0023】インターデジタルトランスデューサ23は、Al、Au等の電極材料により形成されており、櫛歯電極23a、23b及び23c、23bが、それぞれの櫛歯部分が互に対向するように配置されることにより構成されている。

【0024】次に、本発明の第4、第5の実施の形態について説明する。図4は本発明の第4の実施の形態を示す共用器及び本発明の第5の実施形態を示す通信機装置のブロック図である。

【0025】図4に示すように、通信機装置31は、受信用の表面波フィルタ32と送信用の表面波フィルタ33を有する共用器34のアンテナ端子がアンテナ35に接続され、出力端子が受信回路36に接続され、入力端子が送信回路37に接続されることにより構成されている。このような共用器34の受信用の表面波フィルタ32と送信用の表面波フィルタ33には、第2、第3の実施の形態の表面波フィルタ11、21を用いる。

【0026】以上のような用途に用いられる表面波共振子の基板として用いられる材料のカット角による特性を表1に示す。試料番号の前に*印を付したものは本発明の範囲外のものを示す。

【0027】なお、変位分布のPは縦波を示し、SHは水平方向に変位をもつ横波、すなわちSH波を示し、SVは垂直方向に変位をもつ横波を示す。また、変位分布では、最も大きな波を1として、それ以外の波を最も大きな波に対する割合を示す。

【0028】

【表1】

試料 番号	材料	オイラー角			TCD (ppm/°C)	K(%)	変位分布		
		ϕ	θ	ψ			P	SH	SV
*1	LiNbO ₃	0.0	131.0	0.0	80.000	17.20	0.0300	1.00	0.4000
*2	LiNbO ₃	0.0	154.0	0.0	81.000	11.30	0.1000	1.00	0.3700
*3	LiTaO ₃	0.0	128.0	0.0	32.000	4.70	0.0300	1.00	0.1300
4	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	0.0	0.0	85.0	-18.000	2.30	0.1800	1.00	0.2800
5	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	0.0	23.5	89.5	-0.200	4.23	0.7400	1.00	0.9080
*6	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	0.0	25.0	89.5	25.345	2.15	0.8200	0.21	1.0000
7	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	5.0	22.0	84.0	5.970	3.73	0.2000	1.00	0.2400
8	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	0.0	80.0	16.700	3.01	0.0059	1.00	0.0100
9	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	10.0	79.5	5.270	3.77	0.0480	1.00	0.0699
10	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	20.0	79.0	-8.651	4.80	0.3100	1.00	0.3000
11	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	22.0	79.0	5.990	4.44	0.3700	1.00	0.4600
12	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	23.0	79.0	2.740	4.71	0.5700	1.00	0.7100
13	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	24.0	79.0	-5.490	4.69	0.7200	1.00	0.9800
*14	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	25.0	79.0	-8.360	4.66	0.8100	0.62	1.0000
15	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	11.0	17.0	78.5	0.064	4.57	0.2100	1.00	0.2800
16	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	12.0	17.0	77.5	-0.110	4.72	0.2400	1.00	0.3150
17	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	14.5	15.0	75.0	1.159	4.72	0.2100	1.00	0.2920
18	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	14.5	16.0	75.0	0.810	4.89	0.2500	1.00	0.3400
19	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	14.5	17.0	74.5	0.067	4.58	0.2100	1.00	0.2750
20	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	14.5	18.0	74.5	-0.300	4.74	0.2500	1.00	0.3320
21	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	14.5	19.0	74.5	-0.830	4.93	0.3100	1.00	0.4080
22	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	14.5	20.0	74.5	-1.520	5.14	0.4000	1.00	0.5110
23	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	14.5	23.0	74.0	-7.450	5.19	0.8000	1.00	0.9900
*24	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	14.5	25.0	73.0	-29.910	2.66	0.8100	0.23	1.0000
25	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	15.0	17.0	74.0	0.068	4.65	0.2200	1.00	0.2920
26	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	20.0	0.0	69.9	8.860	3.01	0.0059	1.00	0.0100
27	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	20.0	10.0	69.5	5.650	4.23	0.1300	1.00	0.1980
28	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	20.0	18.0	68.5	-0.280	5.07	0.3000	1.00	0.4000
29	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	20.0	20.0	68.5	-2.030	5.51	0.4800	1.00	0.5980
30	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	20.0	23.0	68.0	-8.330	5.59	0.7800	1.00	0.8900
*31	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	20.0	30.0	67.0	-23.400	2.75	0.8200	0.24	1.0000
32	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	24.0	17.0	64.5	0.280	5.12	0.2900	1.00	0.4460
33	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	24.0	24.0	63.0	1.080	5.37	0.7700	1.00	0.8620
*34	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	24.0	25.0	63.0	-8.050	5.38	0.8100	0.70	1.0000
35	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	30.0	0.0	59.0	13.240	3.91	0.6100	1.00	0.1030
36	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	30.0	10.0	59.0	-5.800	3.82	0.1600	1.00	0.2390
37	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	30.0	20.0	57.5	-1.850	5.88	0.5000	1.00	0.6540
38	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	30.0	23.0	57.0	-3.800	6.01	0.7200	1.00	0.8200
39	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	30.0	25.0	56.5	2.148	5.87	0.8000	0.81	1.0000
*40	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	31.0	0.0	59.0	14.025	4.02	1.0000	0.90	0.0930
*41	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	31.0	25.0	56.5	2.345	5.86	0.8200	0.78	1.0000

【0029】表1に示すように、ランガサイト単結晶（La₃Ga₅SiO₁₄）を用いた場合、従来のニオブ酸リチウムに比べてTCDが大きく改善されており、タンタル酸リチウムに比べても改善されている。

【0030】また、表1から分かるように、ランガサイト単結晶（La₃Ga₅SiO₁₄）を用いた表面波共振子においても、変位分布SHが1のところ、すなわち、SH波が最も大きく分布するところがあり、SH波を有効に利用できることがわかる。

【0031】また、表1からオイラー角（ ϕ 、 θ 、 ψ ）が（ $0^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 、 $0^\circ \leq \theta \leq 25^\circ$ 、 $\psi = -1.07\phi + 90^\circ \pm 5^\circ$ ）の範囲、すなわち、試料番号4、5、7～13、15～23、25～30、32、33、35～39の範囲で、変位分布SHが1であることが分かる。なお、 $\psi = -1.07\phi + 90^\circ \pm 5^\circ$ は表1に示す試料の実験値から導き出された式である。

【0032】さらに、表1に示すように、ランガサイト単結晶（La₃Ga₅SiO₁₄）では、そのオイラー角が（ $11^\circ \leq \phi \leq 24^\circ$ 、 $17^\circ \leq \theta \leq 24^\circ$ ）の範囲、すなわち、試料番号15～23、25～30、32、33の範囲においては、TCDの値が $|10| \text{ ppm}$

30 m/°C以下になるため、表1に示した他の部分に比べて、特にTCDが良好になっていることがわかる。

【0033】したがって、このオイラー角のランガサイト単結晶（La₃Ga₅SiO₁₄）を図1に示した表面波共振子及び図2、図3に示した表面波フィルタの圧電基板2、12、22に用いれば、TCDが $|10| \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 以下なので、例えば、100MHzを中心周波数とした表面波共振子では、50°Cの温度変化で、50KHz程度の周波数特性の変動で済むため、温度変化の大きい環境での使用にも十分に対応できるものとなる。

40 【0034】次に、表面波共振子の基板として用いられる材料の表1とは異なるカット角における特性を表2に示す。試料番号の前に*印を付したものは本発明の範囲外のものを示す。なお、表1と同様に変位分布のPは縦波を示し、SHは水平方向に変位をもつ横波、すなわちSH波を示し、SVは垂直方向に変位をもつ横波を示す。また、変位分布では、最も多きな波を1として、それ以外の波を最も大きな波に対する割合を示す。

【0035】

【表2】

試料 号	材料	オイラー角			TCD (ppm/°C)	K(%)	変位分布		
		ϕ	θ	ψ			P	SH	SV
*42	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	0.0	153.0	24.5	-11.851	6.98	0.7300	0.90	1.0000
43	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	0.0	154.0	23.0	-9.673	6.82	0.7000	1.00	0.9200
44	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	0.0	158.5	25.5	2.550	6.88	0.5900	1.00	0.8380
45	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	0.0	165.0	27.0	-22.489	5.88	0.3700	1.00	0.5580
46	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	0.0	170.0	28.5	-25.604	5.09	0.2500	1.00	0.3940
47	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	0.0	180.0	29.5	-30.532	4.89	0.4600	1.00	0.8300
*48	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	0.0	181.0	29.5	-31.210	4.77	0.8300	0.95	1.0000
49	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	5.0	158.0	30.5	0.897	6.67	0.6000	1.00	0.8400
50	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	5.0	158.5	31.0	0.900	6.69	0.6300	1.00	0.8860
*51	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	140.0	39.5	-8.250	4.88	0.8100	0.32	1.0000
*52	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	150.0	34.0	1.940	6.77	0.7800	0.72	1.0000
53	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	153.0	34.5	-1.820	6.89	0.7700	1.00	1.0000
54	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	155.0	35.0	-1.470	6.80	0.7300	1.00	0.9620
55	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	158.5	36.0	-0.210	6.81	0.6100	1.00	0.8400
56	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	10.0	160.0	36.5	14.980	6.48	0.5700	1.00	0.7940
*57	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	20.0	145.0	47.0	-12.120	4.46	0.8100	0.37	1.0000
*58	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	20.0	150.0	44.0	-6.970	6.00	0.8100	0.70	1.0000
59	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	20.0	160.0	47.0	12.190	6.28	0.5800	1.00	0.7500
*60	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	25.0	150.0	48.5	-12.070	5.43	0.8100	0.58	1.0000
61	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	25.0	153.0	50.0	1.455	5.91	0.8100	1.00	1.0000
62	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	25.0	154.0	50.5	0.091	6.04	0.8000	1.00	1.0000
63	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	25.0	155.0	51.0	1.480	6.16	0.7900	1.00	1.0000
64	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	30.0	158.5	57.5	-3.070	5.74	0.5600	1.00	0.7160
65	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	30.0	165.0	58.5	-19.524	5.39	0.3100	1.00	0.4320
66	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	30.0	170.0	59.0	-22.425	4.42	0.1600	1.00	0.2420
67	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	30.0	180.0	60.0	-36.780	3.38	0.5900	1.00	0.8500
*68	La ₃ Ga ₅ SiO ₁₄	30.0	181.0	61.0	-39.185	3.35	0.6100	0.90	1.0000

【0036】表2に示すように、ランガサイト単結晶 (La₃Ga₅SiO₁₄) を用いた場合、従来のニオブ酸リチウムに比べてTCDが大きく改善されており、タンタル酸リチウムに比べても改善されている。

【0037】また、表1から分かるように、ランガサイト単結晶 (La₃Ga₅SiO₁₄) を用いた表面波共振子においても、変位分布SHが1のところ、すなわち、SH波が最も大きく分布するところが有り、SH波を有効に利用できることがわかる。

【0038】また、表2からオイラー角 (ϕ , θ , ψ) が ($0^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 、 $153^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ 、 $\psi = 1.05\phi + 28^\circ \pm 5^\circ$) の範囲、すなわち、試料番号43~47、49、50、53~56、59、61~67の範囲で、変位分布SHが1であることが分かる。なお、 $\psi = 1.05\phi + 28^\circ \pm 5^\circ$ は表2に示す試料の実験値から導き出された式である。

【0039】さらに、表2に示すように、ランガサイト単結晶 (La₃Ga₅SiO₁₄) では、そのオイラー角が ($5^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 、 $153^\circ \leq \theta \leq 158.5^\circ$) の範囲、すなわち、試料番号49、50、53~55、61~64の範囲においては、TCDの値が $|5| \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 以下になるため、表1、表2に示した他の部分に比べて、さらにTCDが良好になっていることがわかる。

【0040】したがって、このオイラー角のランガサイト単結晶 (La₃Ga₅SiO₁₄) を図1に示した表面波共振子及び図2、図3に示した表面波フィルタの圧電基板2、12、22に用いれば、TCDが $|5| \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 以下なので、例えば、100MHzを中心周波数とした表面波共振子では、50°Cの温度変化で、25KHz程度の周波数特性の変動で済むため、温度変化の大きい

20 環境での使用にも十分に対応できるものとなる。

【0041】なお、本発明の第1~第3の実施の形態では、表面波共振子や縦結合型表面波フィルタ、横結合型表面波フィルタを例に挙げて説明したがこれに限るものではなく、例えば、複数組のインターデジタルトランスデューサを有するトランスバーサル型表面波フィルタや表面波共振子を梯子状に配置したラダー型フィルタ等に用いる表面波共振子でもよく、どのような構造の表面波共振子であっても同様の効果が得られる。

30 【0042】さらに、本発明の第1~第3の実施の形態では、反射器の無い表面波共振子について説明したが、これに限るものではなく、反射器を有する表面波共振子にも適用できるものである。

【0043】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、SH波を主成分とした表面波を用い、圧電体としてランガサイト単結晶を用いているため、ニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウムと比較してTCDが良好な表面波共振子を得ることができる。また、音速が他の材料と比べ遅い分小型化することができ、SH波の端面反射を利用できるため、反射器が不要でより小型にすることができる。

【0044】また、請求項3の発明によれば、TCDの値が $|10| \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 以下になるため、温度変化の大きい環境での使用にも十分に対応することができる。

【0045】また、請求項5の発明によれば、TCDの値が $|5| \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 以下になるため、請求項3の発明と比較してもさらに温度変化の大きい環境での使用に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

50 【図1】第1の実施形態を説明するための表面波共振子の斜視図である。

【図2】第2の実施形態を説明するための縦結合型表面波フィルタの斜視図である。

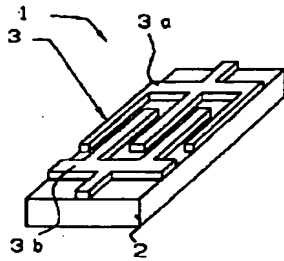
【図3】第3の実施形態を説明するための横結合型表面波フィルタの斜視図である。

【図4】第4の実施形態の共用器及び第5の実施形態の通信機装置を説明するためのブロック図である。

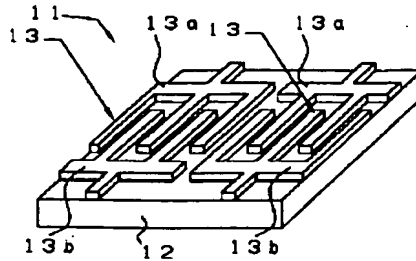
【符号の説明】

- 1 表面波共振子
- 2 圧電基板
- 3 インターデジタルトランスデューサ
- 3 a、3 b 櫛歯電極

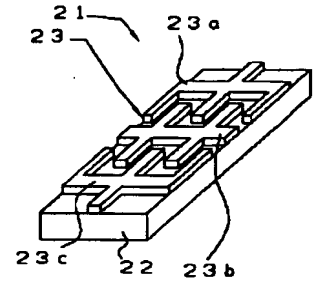
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

